

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Januar 2004 (22.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/008543 A1(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L 29/732,  
29/167

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007553

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Juli 2003 (11.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 31 407.1 11. Juli 2002 (11.07.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-  
Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).Hugo-Weiss-Str. 13, 81827 München (DE). MEISTER,  
Thomas [DE/DE]; Schlesierstr. 15, 82024 Taufkirchen  
(DE). ROMANYUK, Andriy [UA/DE]; Schlierachstr. 13,  
83727 Schliersee (DE). SCHÄFER, Herbert [DE/DE];  
Altlaufstr. 15, 85635 Höhenkirchen-Siegertsbrunn (DE).(74) Anwalt: BANZER, Hans-Jörg; Kraus & Weisert,  
Thomas-Wimmer-Ring 15, 80539 München (DE).(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,  
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(72) Erfinder; und

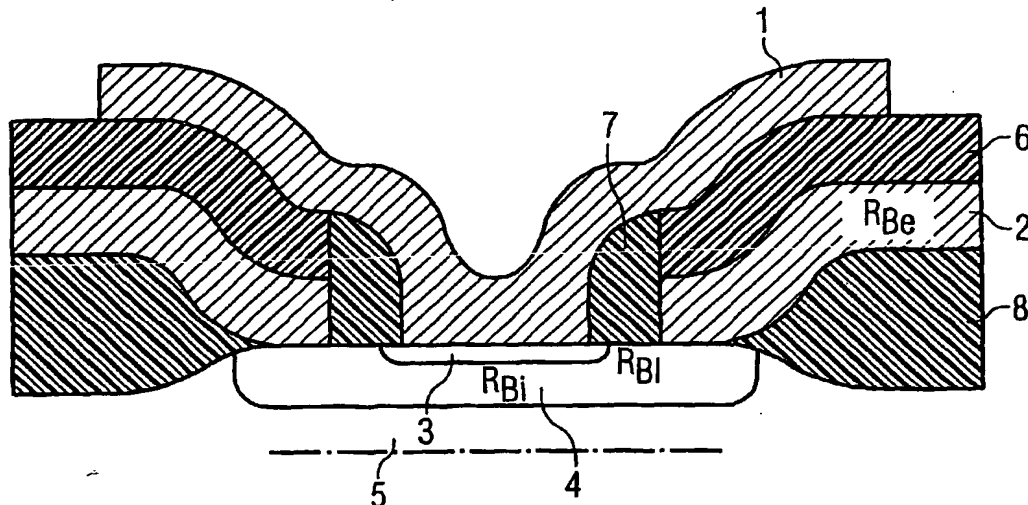
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BÖCK, Josef [DE/DE];

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BIPOLAR TRANSISTOR

(54) Bezeichnung: BIPOLARTRANSISTOR



(57) Abstract: According to the invention, the base resistance may be reduced and thus a low-resistance base electrode of a bipolar transistor produced, whereby a polysilicon layer is used as base electrode (2) in which impurity atoms, in particular C atoms are applied, which provide a high density of lattice holes in the polysilicon layer.

(57) Zusammenfassung: Zur Reduzierung des Basiswiderstandes und damit zur Erzielung einer niederohmigen Basiselektrode eines Bipolartransistors wird als Basiselektrode (2) eine Polysiliziumschicht verwendet, in der Fremdatome, insbesondere C-Atome, eingebracht sind, die eine hohe Dichte an Gitterleerstellen in der Polysiliziumschicht bewirken.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

BERICHTIGTE FASSUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Januar 2004 (22.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/008543 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L 29/732,  
29/167

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007553

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Juli 2003 (11.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 31 407.1 11. Juli 2002 (11.07.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-  
Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BÖCK, Josef [DE/DE];

Hugo-Weiss-Str. 13, 81827 München (DE). MEISTER,  
Thomas [DE/DE]; Schlesierstr. 15, 82024 Taufkirchen  
(DE). ROMANYUK, Andriy [UA/DE]; Schlierachstr. 13,  
83727 Schliersee (DE). SCHÄFER, Herbert [DE/DE];  
Altlaufstr. 15, 85635 Höhenkirchen-Siegertsbrunn (DE).

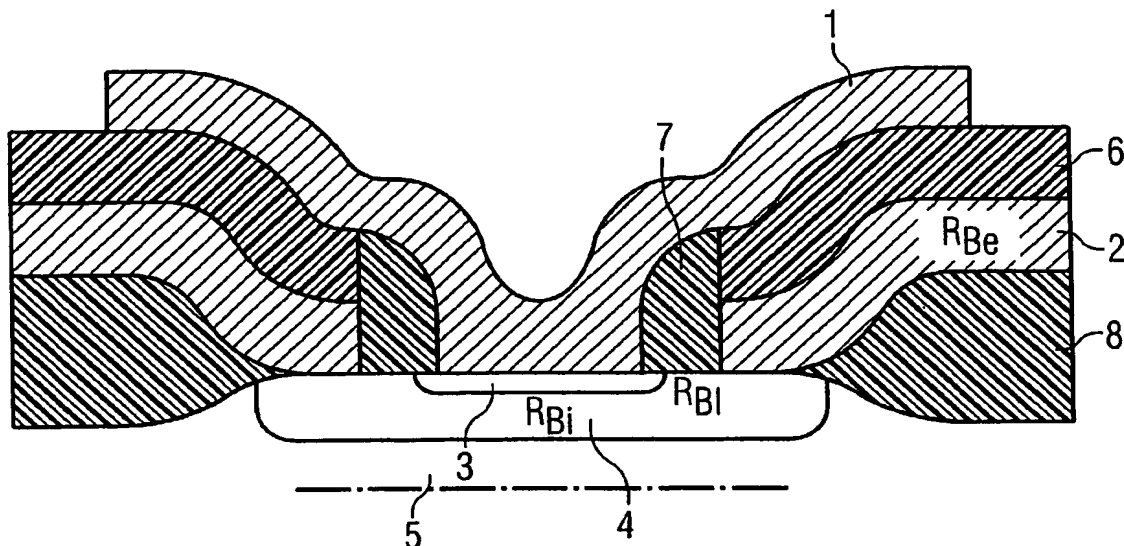
(74) Anwalt: BANZER, Hans-Jörg; Kraus & Weisert,  
Thomas-Wimmer-Ring 15, 80539 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,  
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BIPOLAR TRANSISTOR

(54) Bezeichnung: BIPOLARTRANSISTOR



(57) Abstract: According to the invention, the base resistance may be reduced and thus a low-resistance base electrode of a bipolar transistor produced, whereby a polysilicon layer is used as base electrode (2) in which impurity atoms, in particular C atoms are applied, which provide a high density of lattice holes in the polysilicon layer.

(57) Zusammenfassung: Zur Reduzierung des Basiswiderstandes und damit zur Erzielung einer niederohmigen Basiselektrode eines Bipolartransistors wird als Basiselektrode (2) eine Polysiliziumschicht verwendet, in der Fremdatome, insbesondere C-Atome, eingebracht sind, die eine hohe Dichte an Gitterleerstellen in der Polysiliziumschicht bewirken.

WO 2004/008543 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(48) **Datum der Veröffentlichung dieser berichtigten**

**Fassung:**

7. Oktober 2004

(15) **Informationen zur Berichtigung:**

siehe PCT Gazette Nr. 41/2004 vom 7. Oktober 2004, Section II

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beschreibung

## Bipolartransistor

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Bipolartransistor, der insbesondere in Form eines so genannten selbstjustierten Bipolartransistors ausgebildet sein kann.

Bei Bipolartransistoren ist der so genannte Basisbahn-  
10 widerstand (nachfolgend kurz als 'Basiswiderstand' bezeichnet) neben der Transitfrequenz und der Basis-Kollektor-Kapazität eine der entscheidenden Transistorparameter, welche wichtige Kenngrößen wie die maximale Oszillationsfrequenz, die Verstärkung ('Gain'), die minimale  
15 Rauschzahl, Gatterverzögerungszeiten, etc. des Bipolartransistors bestimmen. Dabei entspricht der Basiswiderstand dem Widerstand zwischen der Basis bzw. dem eigentlichen Basisbereich und einem externen Kontakt, der über eine Verbindungsleitung mit der Basis verbunden ist.

20

Hinsichtlich der zuvor erwähnten Transistorparameter gilt beispielsweise für die maximale Oszillationsfrequenz  $f_{\max}$  des Bipolartransistors:

25 
$$f_{\max} \approx \sqrt{\frac{f_T}{8\pi \cdot R_B \cdot C_{BC}}} \quad , \quad \dots (1)$$

wobei  $f_T$  die Transitfrequenz,  $R_B$  den Basiswiderstand und  $C_{BC}$  die Basis-Kollektor-Kapazität des Bipolartransistors darstellen.

30

Für die minimale Rauschzahl  $F_{\min}$  eines Bipolartransistors gilt in Abhängigkeit von dem Basiswiderstand  $R_B$  und der Frequenz  $f$ :

35 
$$F_{\min} \approx 1 + \frac{1}{\beta} + \frac{f}{f_T} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot I_C}{V_T} \cdot R_B \cdot \left(1 + \frac{f_T^2}{\beta \cdot f^2}\right) + \frac{f_T^2}{\beta \cdot f^2}} \quad , \quad \dots (2)$$

mit  $\beta$  als Kleinsignal-Stromverstärkung,  $I_c$  als Kollektorstrom und  $V_T$  als thermischer Spannung des Bipolartransistors.

5 Aus den beiden Formeln (1) und (2) ist ersichtlich, dass der Basiswiderstand  $R_B$  für schnelle Schaltvorgänge und niedrige Rauschzahlen klein sein sollte. Ein Verfahren zum Reduzieren von Verlusten bei Bipolartransistoren ist die Verwendung einer Polysilizium-Elektrode zum Kontaktieren der Basis. Eine  
10  $p^+$ -Polysiliziumschicht sieht für den Basisstrom einen niederohmigen Pfad mit entsprechend geringer Kapazität vor.

Besonders kleine Basiswiderstände können beispielsweise durch Anwendung des Konzepts des sogenannten 'selbstjustierten  
15 Doppelpolysilizium-Bipolartransistors' erzielt werden, wie es in „Self-Aligned Bipolar Transistors for High-Performance and Low-Power-Delay VLSI“, T.H. Ning et al., IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. ED-28, No. 9, Seiten 1010-1013, 1981, beschrieben ist. Dieses Konzept findet daher in nahezu allen  
20 gängigen Produktionstechnologien für Höchstfrequenz-Bipolartransistoren Verwendung.

In der beiliegenden Figur ist ein derartiger selbstjustierter npn-Doppelpolysilizium-Bipolartransistor in Querschnitts-  
25 ansicht dargestellt. Der Emitter 3 wird über eine  $n^+$ -dotierte Polysilizium-Elektrode 1 kontaktiert. Der  $p^+$ -dotierten Basis 4 ist eine  $p^+$ -Polysilizium-Elektrode 2 zugeordnet. Die selbstjustierte Emitter-Basis-Isolation 7 wird als 'Spacer' bezeichnet. Ferner sind unter der Emitterelektrode 3 eine  
30 TEOS ('Tetraethoxysilan/Tetraethylorthosilikat') - Isolationsschicht 6 und unter der Basiselektrode 2 eine LOCOS ('Local Oxidation of Silicon') - Isolationsschicht 8 vorgesehen. In der Figur ist ebenfalls gestrichelt der Kollektorbereich 5 des Bipolartransistors (ohne zugehörige  
35 Kollektorelektrode) angedeutet. Ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Bipolartransistors ist zum Beispiel in der EP-B1-0 535 350 beschrieben.

Bei einem selbstjustierten Doppelpolysilizium-Bipolartransistor, wie er in der Figur dargestellt ist, setzt sich der Basiswiderstand  $R_B$  im wesentlichen aus drei Anteilen zusammen, die im Folgenden als 'innerer' Widerstandsanteil  $R_{Bi}$ , als 'externer' Widerstandsanteil  $R_{Be}$  und als 'Link'-Widerstandsanteil  $R_{Bl}$  bezeichnet werden. Der innere Widerstandsanteil  $R_{Bi}$  entsteht durch den Widerstand im Basisgebiet 4 am aktiven Transistorbereich. Der externe Widerstandsanteil  $R_{Be}$  beschreibt den Widerstand der Polysilizium-Basiselektrode 2, welche zu dem externen Basiskontakt führt. Der Link-Widerstandsanteil  $R_{Bl}$  stellt den Basiswiderstand dar, der durch die niedrig dotierte Zone unter der selbstjustierten Emitter-Basis-Isolation, den Spacern 7, entsteht.

Bei heutigen Bipolartransistoren wird der gesamte Basiswiderstand  $R_B$  in der Regel durch die Summe aus dem inneren Widerstandsanteil  $R_{Bi}$  und dem Link-Widerstandsanteil  $R_{Bl}$  dominiert. Aufgrund fortschreitender lateraler Skalierung der Bauteile werden auch der innere Widerstandsanteil  $R_{Bi}$  und der Link-Widerstandsanteil  $R_{Bl}$  kontinuierlich reduziert. Gleichzeitig wird der externe Widerstandsanteil  $R_{Be}$  immer größer, da die mit der lateralen Skalierung verknüpfte vertikale Bauteilskalierung immer dünnere Polysiliziumschichten als Anschlusselektroden erfordert und der Schichtwiderstand dieser Anschlussgebiete damit immer größer wird. Somit gewinnt der externe Widerstandsanteil  $R_{Be}$  für den gesamten Basiswiderstand  $R_B$  immer mehr an Bedeutung.

Um den Schichtwiderstand der Basiselektrode 2 möglichst gering zu halten, werden im allgemeinen mit Bor dotierte Polysiliziumschichten verwendet, wobei die Bor-Dotierung über der elektrisch aktivierbaren Konzentration von typischerweise größer als  $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  gewählt wird, um den kleinstmöglichen Schichtwiderstand zu erzielen. Man wählt das Bor-Dotieratom aufgrund der Überlegung, dass Bor wenig oder gar keine Auswirkungen auf das Kornwachstum hat und nicht dazu neigt,

sich während thermischer Bearbeitungsvorgänge an Korngrenzen abzusondern. Das Modell der Dotierstoffabsonderung nimmt an, dass die Leitfähigkeit durch Absonderung von Dotieratomen zu den Korngrenzen gesteuert wird, wo die Atome selbst gefangen werden und elektrisch inaktiv werden. Außerdem unterdrückt eine hohe Dotierstoffkonzentration an den Korngrenzen das Kornwachstum während des Aushärtens („Annealing“). Rückverteilung implantierter Dotierstoffe und größere Korngrößen während anschließender Aushärtungsschritte verändern die elektrischen und strukturellen Eigenschaften der Schichten, was den externen Widerstandsanteil  $R_{Be}$  des Basiswiderstands  $R_B$  deutlich beeinflusst. Das Hauptproblem stellt das Aushärtungsverhalten von Si-Proben mit Dotieratomen dar. Tatsächlich ist nur ein kleiner Anteil von etwa 10% der Dotieratome ionisiert. Es wird angenommen, dass inaktive, nicht-ausgeschiedene Dotieratome in Clusterform vorliegen; die Clusterbildung der Dotieratome findet bei der Aushärtungstemperatur oder alternativ hauptsächlich während des Abkühlens der Probe statt. Bei typischen Dotierungswerten von Bor größer als  $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  und einer Schichtdicke von 150-250 nm können minimale Schichtwiderstände von etwa 50-100  $\Omega/\square$  erzielt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Bipolartransistor bereitzustellen, bei dem der Schichtwiderstand der Anschlusselektroden, insbesondere der Basis-elektrode, weiter reduziert ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch einen Bipolartransistor mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. In den Unteransprüchen sind bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung angegeben.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, bei Bipolartransistoren anstelle herkömmlicher Polysiliziumelektroden Polysiliziumschichten zu verwenden, in welche Fremdatome eingebracht

sind, welche eine hohe Dichte an Gitterleerstellen im Elektrodenmaterial bewirken.

Als Fremdatome werden vorzugsweise C-, P- oder Ar-Atome, besonders bevorzugt C-Atome verwendet. Die Dichte der Fremdatome in der Polysiliziumschicht liegt dabei vorzugsweise etwa im Bereich von  $10^{19}$ - $10^{21}$  cm<sup>-3</sup>.

Kohlenstoff mit einer hohen Löslichkeit in Silizium kann in dem Siliziumgitter sowohl an Zwischengitterplätzen als auch an den energetisch günstigeren Gitterplätzen im Austausch für ein Si-Atom eingebaut werden. Die C-Atome auf den Gitterplätzen fangen auf Zwischengitterplätzen vorhandene Si-Atome ein und bilden somit gebundene Zwischengitterkomplexe.

Aufgrund dieses Einfangmechanismus der C-Atome werden zusätzliche Gitterleerstellen erzeugt. Daher sieht der Kohlenstoff in der Polysiliziumschicht während des Aushärtens Senken für Zwischengitterplätze vor, wodurch eine Zwischengitterplatz-getriebene Clusterbildung von beispielsweise Bor-Dotieratomen unterdrückt und damit die Menge und somit die Konzentration aktiver Dotieratome erhöht werden kann. Dies führt zu einem niedrigeren Schichtwiderstand der beispielsweise mit Bor dotierten Polysiliziumschicht und somit zu einem kleineren Basiswiderstand. Dieser Effekt kann durch die Verwendung von Polysiliziumschichten aus polykristallinem Silizium-Germanium noch erhöht werden.

Da Kohlenstoff in der Halbleitertechnik allgemein verwendet wird und sowohl direkt während des Schichtwachstums als auch durch Ionenimplantation in die Polysiliziumschicht der Elektroden eingebracht werden kann, kann das oben beschriebene Konzept der Erfindung einfach und kostengünstig in Herstellungsverfahren von herkömmlichen Bipolartransistoren implementiert werden.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass C-Atome ohne wesentliche Störung des Si-Gitteraufbaus eingebaut werden können,



da selbst SiC nur ein um etwa 3% größeres Volumen als reines Si besitzt.

Obwohl sich die vorliegende Erfindung insbesondere auf Bipolartransistoren bezieht, ist grundsätzlich auch der Einsatz bei anderen Transistorarten wie beispielsweise FET-, MOS- oder CMOS-Transistoren denkbar.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die einzige Figur eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Hinsichtlich des in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels kann zur Vermeidung von Wiederholungen weitgehend auf die obigen Ausführungen zum Stand der Technik verwiesen werden. In der Figur ist - wie bereits zuvor erwähnt - ein selbstjustierter npn-Bipolartransistor in Querschnittsdarstellung gezeigt.

Der Emitter 3 des Bipolartransistors ist über eine n<sup>+</sup>-dotierte Polysilium-Elektrode 1 kontaktiert, und der p<sup>+</sup>-dotierten Basis 4 ist eine p<sup>+</sup>-dotierte Polysilizium-Elektrode 2 zugeordnet. Spacer 7 sind als selbstjustierte Emitter-Basis-Isolation vorgesehen. Darüber hinaus ist unter der Emitterelektrode 1 eine TEOS-Isolationsschicht 6 und unter der Basiselektrode 2 eine LOCOS-Isolationsschicht 8 vorgesehen. In der Figur ist ebenfalls der Kollektorbereich 5 des Bipolartransistors (gestrichelt) angedeutet.

Als Basiselektrode 2 wird eine Polysiliziumschicht verwendet, in die C-Fremdatome mit einer Konzentration von  $10^{19}$ - $10^{21}$  cm<sup>-3</sup> eingebracht worden sind. Dies kann entweder mittels Ionenimplantation oder alternativ ohne zusätzlichen Implantationsschritt direkt während des Schichtwachstums erfolgen. Zusätzlich wird die Polysiliziumschicht, wie bereits bekannt, mit Bor-Atomen in einer Konzentration von größer als  $5 \times 10^{20}$  cm<sup>-3</sup> dotiert.

- Die C-Fremdatome lagern sich an Zwischengitterplätzen und bevorzugt an den energetisch günstigeren Gitterplätzen in das Si-Gitter ein. Die C-Fremdatome auf den Gitterplätzen fangen Si-Atome von Zwischengitterplätzen ein und bilden gebundene Zwischengitterkomplexe. Aufgrund dieser eingefangenen Si-Atome werden zusätzliche Gitterleerstellen mit einer geschätzten Dichte von etwa  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$  erzeugt. Die so gebildeten Si-C-Agglomerate sind bis etwa  $700^\circ\text{C}$  stabil, bei höheren Temperaturen wandeln sie sich in  $\beta$ -SiC um, wobei das im Vergleich zu der Si-Matrix um etwa 3% etwas größere Volumen von SiC ebenfalls durch Gitterstellen leicht kompensiert werden kann, so dass keine unerwünschten Spannungen in den Elektroden entstehen. Der Kohlenstoff erzeugt auf diese Weise während des Aushärtens in der Polysiliziumschicht Senken für Zwischengitterplätze, wodurch eine Zwischengitterplatzgetriebene Clusterbildung der Bor-Dotieratomen unterdrückt und damit die Menge aktiver Dotieratome erhöht werden kann.
- Die so erzeugte höhere Konzentration aktiver Dotieratome führt zu einem niedrigeren Schichtwiderstand der mit Bor dotierten Polysiliziumschicht und somit zu einem kleineren Basiswiderstand. Dieser Effekt kann durch die Verwendung von Polysiliziumschichten aus polykristallinem Silizium-Germanium noch erhöht werden.

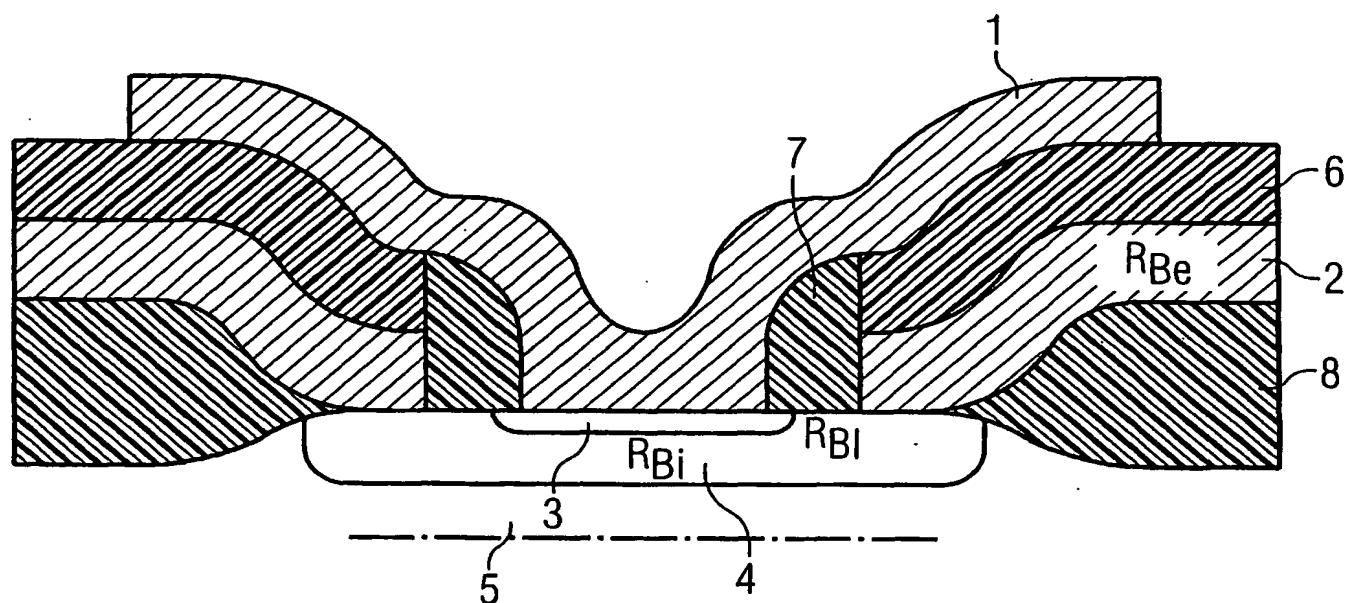
Selbstverständlich können alternativ oder zusätzlich zu der Basiselektrode 2 auch die Emittierelektrode 1 und die Kollektorelektrode in der erfindungsgemäßen Weise ausgebildet werden.

## Patentansprüche

1. Bipolartransistor, mit  
einem über eine Emittierelektrode (1) elektrisch kontaktier-  
5 baren Emitterbereich (3);  
einem über eine Basiselektrode (2) elektrisch kontaktierbaren  
Basisbereich (4); und  
einem über eine Kollektorelektrode elektrisch kontaktierbaren  
Kollektorbereich (5),  
10 dadurch gekennzeichnet,  
dass wenigstens eine Elektrode der Emitter-, Basis- und  
Kollektorelektroden (1, 2) eine Polysiliziumschicht ist, in  
der Fremdatome eingebracht sind, die eine hohe Dichte an  
Gitterleerstellen in der Elektrode bewirken.  
15
2. Bipolartransistor nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Fremdatome C-, P- oder Ar-Atome sind.
- 20 3. Bipolartransistor nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Dichte der Fremdatome in der Polysiliziumschicht  
etwa im Bereich von  $10^{19}$ - $10^{21}$  cm<sup>-3</sup> liegt.
- 25 4. Bipolartransistor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Polysiliziumschicht mit Bor-Atomen dotiert ist.
5. Bipolartransistor nach Anspruch 4,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Konzentration der Bor-Atome größer als  $5 \times 10^{20}$  cm<sup>-3</sup>  
gewählt ist.
6. Bipolartransistor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
dass die wenigstens eine Elektrode (1, 2) aus poly-  
kristallinem Silizium-Germanium besteht.

7. Bipolartransistor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die wenigstens eine Elektrode die Basiselektrode (2)  
5 ist.

8. Bipolartransistor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Bipolartransistor ein selbstjustierter Bipolar-  
10 transistor ist.



Figur 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/07553

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01L29/732 H01L29/167

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 43 09 898 A (ROHM CO LTD) 7 October 1993 (1993-10-07) the whole document -----	1-5,7
X	US 4 437 897 A (KEMLAGE BERNARD M) 20 March 1984 (1984-03-20) the whole document -----	1,3-5,7, 8
X	EP 0 646 952 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 5 April 1995 (1995-04-05) abstract -----	1-3
A	US 5 049 964 A (SAKAI TETSUCHI ET AL) 17 September 1991 (1991-09-17) abstract column 4, line 32 - line 38 ----- -/--	1,4,5,7, 8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 November 2003

Date of mailing of the international search report

02 12 2003

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baillet, B

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/07553

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 541 444 A (OHMI TADAHIRO ET AL) 30 July 1996 (1996-07-30) abstract; figure 1 column 8, line 38 - column 43 -----	2,6
A	LEE L S ET AL: "ARGON ION-IMPLANTATION ON POLYSILICON OR AMORPHOUS-SILICON FOR BORON PENETRATION SUPPRESSION IN P+ PMOSFET" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 45, no. 8, 1 August 1998 (1998-08-01), pages 1737-1744, XP000782428 ISSN: 0018-9383 the whole document -----	2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/07553

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4309898	A	07-10-1993	JP 5275681 A	22-10-1993
			JP 3312040 B2	05-08-2002
			JP 5283360 A	29-10-1993
			DE 4309898 A1	07-10-1993
			US 5407857 A	18-04-1995
US 4437897	A	20-03-1984	DE 3380889 D1	28-12-1989
			EP 0094482 A2	23-11-1983
			JP 1630743 C	26-12-1991
			JP 2051255 B	06-11-1990
			JP 58201358 A	24-11-1983
EP 0646952	A	05-04-1995	JP 7106452 A	21-04-1995
			DE 69408248 D1	05-03-1998
			DE 69408248 T2	09-07-1998
			EP 0646952 A2	05-04-1995
			KR 172985 B1	01-02-1999
			US 5471085 A	28-11-1995
US 5049964	A	17-09-1991	JP 1934193 C	26-05-1995
			JP 6058912 B	03-08-1994
			JP 61255064 A	12-11-1986
			CA 1241458 A1	30-08-1988
			DE 3679862 D1	25-07-1991
			EP 0201867 A2	20-11-1986
			EP 0409370 A2	23-01-1991
			KR 9008651 B1	26-11-1990
			US 4780427 A	25-10-1988
US 5541444	A	30-07-1996	JP 2746289 B2	06-05-1998
			JP 3097231 A	23-04-1991
			US 5854097 A	29-12-1998
			AT 229231 T	15-12-2002
			DE 69034023 D1	16-01-2003
			DE 69034023 T2	30-04-2003
			EP 0463165 A1	02-01-1992
			WO 9103841 A1	21-03-1991



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07553

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L29/732 H01L29/167

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 43 09 898 A (ROHM CO LTD) 7. Oktober 1993 (1993-10-07) das ganze Dokument	1-5,7
X	US 4 437 897 A (KEMLAGE BERNARD M) 20. März 1984 (1984-03-20) das ganze Dokument	1,3-5,7, 8
X	EP 0 646 952 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 5. April 1995 (1995-04-05) Zusammenfassung	1-3
A	US 5 049 964 A (SAKAI TETSUCHI ET AL) 17. September 1991 (1991-09-17) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 32 - Zeile 38	1,4,5,7, 8
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderschaftlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderschaftlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. November 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

02.12.2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5018 Patentkan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Baillet, B

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07553

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 541 444 A (OHMI TADAHIRO ET AL) 30. Juli 1996 (1996-07-30) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 8, Zeile 38 - Spalte 43 -----	2,6
A	LEE L S ET AL: "ARGON ION-IMPLANTATION ON POLYSILICON OR AMORPHOUS-SILICON FOR BORON PENETRATION SUPPRESSION IN P+ PMOSFET" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 45, Nr. 8, 1. August 1998 (1998-08-01), Seiten 1737-1744, XP000782428 ISSN: 0018-9383 das ganze Dokument -----	2

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07553

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4309898	A	07-10-1993	JP 5275681 A 22-10-1993
		JP 3312040 B2 05-08-2002	
		JP 5283360 A 29-10-1993	
		DE 4309898 A1 07-10-1993	
		US 5407857 A 18-04-1995	
US 4437897	A	20-03-1984	DE 3380889 D1 28-12-1989
		EP 0094482 A2 23-11-1983	
		JP 1630743 C 26-12-1991	
		JP 2051255 B 06-11-1990	
		JP 58201358 A 24-11-1983	
EP 0646952	A	05-04-1995	JP 7106452 A 21-04-1995
		DE 69408248 D1 05-03-1998	
		DE 69408248 T2 09-07-1998	
		EP 0646952 A2 05-04-1995	
		KR 172985 B1 01-02-1999	
		US 5471085 A 28-11-1995	
US 5049964	A	17-09-1991	JP 1934193 C 26-05-1995
		JP 6058912 B 03-08-1994	
		JP 61255064 A 12-11-1986	
		CA 1241458 A1 30-08-1988	
		DE 3679862 D1 25-07-1991	
		EP 0201867 A2 20-11-1986	
		EP 0409370 A2 23-01-1991	
		KR 9008651 B1 26-11-1990	
		US 4780427 A 25-10-1988	
US 5541444	A	30-07-1996	JP 2746289 B2 06-05-1998
		JP 3097231 A 23-04-1991	
		US 5854097 A 29-12-1998	
		AT 229231 T 15-12-2002	
		DE 69034023 D1 16-01-2003	
		DE 69034023 T2 30-04-2003	
		EP 0463165 A1 02-01-1992	
		WO 9103841 A1 21-03-1991	